تركيب البروتين

العدد 01

علوم الطبيعة والحياة

معلومات شاملة، دقيقة، سهلة الفهم والحفظ
رسومات تخطيطية نموذجية للامتحان بخط اليد

مجلة المجتهد

إعداد الأستاذ: بن خريف مصطفى
ثانوية الرائد بعرير محمد العربي بعين الملح - المسيلة

مراجعة الأستاذ: بواريش أحمد
ثانوية: متقن القل - سكيكدة

التحضير الجيد للبكالوريا



معلومات ضرورية من السنوات السابقة

1- النمط الظاهري والنمط الوراثي

- **النمط الظاهري:** هو مجموع الصفات التي تميز الفرد، قد تكون هذه الصفات: **مرفولوجية**، **فيزيولوجية** أو **كيموحيوية**.

- **مستويات النمط الظاهري:** تظهر الصفات مباشرة على **مستوى العضوية** وأيضا على المستويين **الخلوي** و**الجزيئي**.

- **النمط التكويني (الوراثي):** هو مجموع المورثات التي يحملها الفرد.

2- الحمض الريبي النووي منقوص الأكسجين: ADN

- **مقر الـ ADN:** يتواجد الـ ADN في **النواة**، وبالضبط على مستوى الصبغي (الكروموزوم).

- **الصبغين والصبغي:** الصبغين أو الكروماتين هي المادة الوراثية وتتشكل من مجموع الصبغيات.

- **الصبغي:** خيط نووي رفيع يتكون من ADN وبروتين من نوع الهيستون.

- **التركيب الكيميائي للـ ADN**

ينتج عن الإماهة الكلية للـ ADN ثلاث جزيئات بسيطة هي:

- حمض الفوسفور H_3PO_4.
- الريبوز منقوص الأكسجين (ديزوكسي ريبوز): سكر خماسي بسيط صيغته العامة: $C_5H_{10}O_4$.
- أربع (04) أنواع من القواعد الآزوتية:
  - قواعد بيورينية: الأدنين A، الغوانين G
  - قواعد بيريميدينية: التايمين T، السيتوزين C

- ينتج عن الإماهة الكلية للـ ADN أربع أنواع من الوحدات تسمى **النكليوتيدات**، تتركب من ارتباط سكر الريبوز مع حمض الفوسفور وقاعدة آزوتية.

- **بنية الـ ADN: نموذج واطسون وكريك (1953)**

بنية حلزونية تتشكل من سلسلتين من متعدد النكليوتيد، متوازيتين ومتعاكستين في الاتجاه، ومتكاملتين على مستوى القواعد الآزوتية حيث ترتبط A مع T وC مع G بروابط هيدروجينية.

- **دور الـ ADN:** هو **الدعامة الجزيئية للمعلومة الوراثية**، لأنه يحمل المورثات المسؤولة عن صفات الفرد.

- **المورثة:** قطعة من الـ ADN توافق تتابع دقيق لعدد محدد من النكليوتيدات، تشرف على تركيب بروتين واحد.

- تختلف المورثات فيما بينها في **عدد وتتابع** النكليوتيدات (القواعد الآزوتية) المركبة لها.



النشاط 01: تذكير بالمكتسبات

- يتواجد الـ ADN في النواة وهو دعامة الصفات الوراثية.

- **المورثة:** قطعة من الـ ADN وهي الدعامة المادية للصفة الوراثية.

- **التعبير المورثي:** ظاهرة حيوية يتم فيها ترجمة المعلومات الوراثية التي يحملها الـ ADN إلى بروتينات مصدر الصفات الوراثية.

النشاط 02: مقر تركيب البروتين

- يتركيب البروتين على مستوى الهيولى في الشبكة الهيولية الداخلية المحببة.

- **دور جزيئ الـ ARNm:** ينقل المعلومة الوراثية من النواة إلى الهيولى مقر تركيب البروتين.

- **تعليل دور الـ ARNm بأنه:** وسيط كيموحيوي بين المورثة والبروتين.

  - **وسيط:** لأنه ينقل نسخة طبق الأصل عن المعلومة الوراثية المحمولة على المورثة إلى الهيولى لتترجم إلى بروتين نوعي.

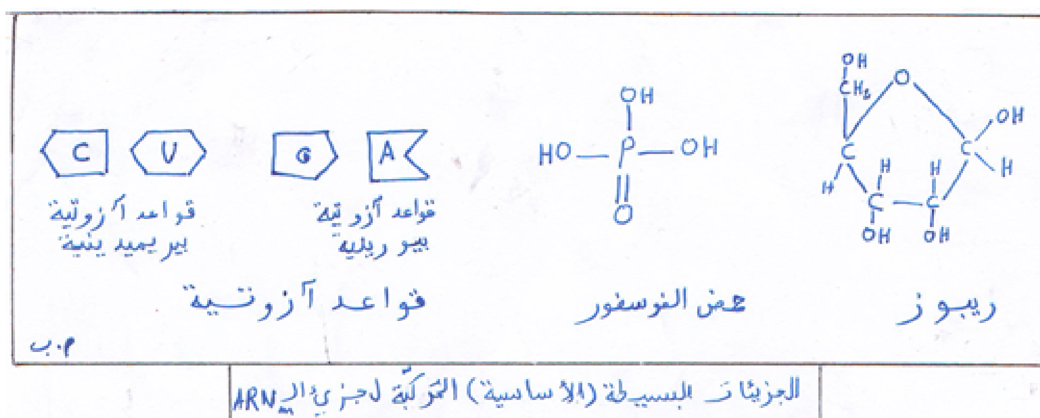
  - **كيموحيوي:** لأنه أحد الجزيئات الأربعة الأساسية المركبة للمادة العضوية (الحية): 1- البروتينات، **2**- السكريات، 3- الدسم، 4- الأحماض النووية (ADN و**ARN**).

معلومة إضافية: **المادة العضوية** تتركب أساسا من الذرات الأربعة: الكربون C، الهيدروجين H، الأوكسجين O والآزوت N.

- المكونات الكيميائية للـ ARNm

- **الإماهة الكلية:** إماهة كيميائية باستعمال القاعدة القوية NaOH وفي درجة حرارة مرتفعة.

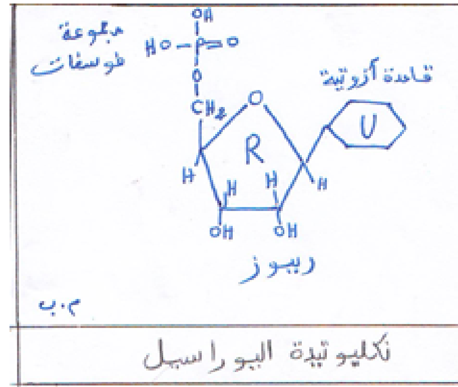
  - **نتائجها:** ثلاث (٠٣) جزيئات بسيطة: سكر ريبوز ($C_5H_{10}O_5$)، حمض الفوسفور H_3Po_4، أربع أنواع من القواعد الآزوتية: A, G, C, U.



الجزيئات البسيطة (الأساسية) المركبة لجزيء الـARN

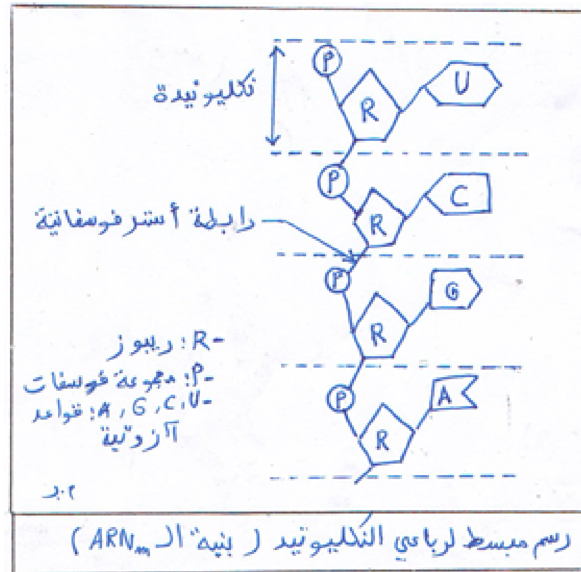
- **الإماهة الجزئية:** إماهة إنزيمية باستعمال الانزيم ARNase.

- **نتائجها:** أربع (04) أنواع من الوحدات تسمى **النكليوتيدات**: نكليوتيدة اليوراسيل، السيتوزين، الأدنين والغوانين.



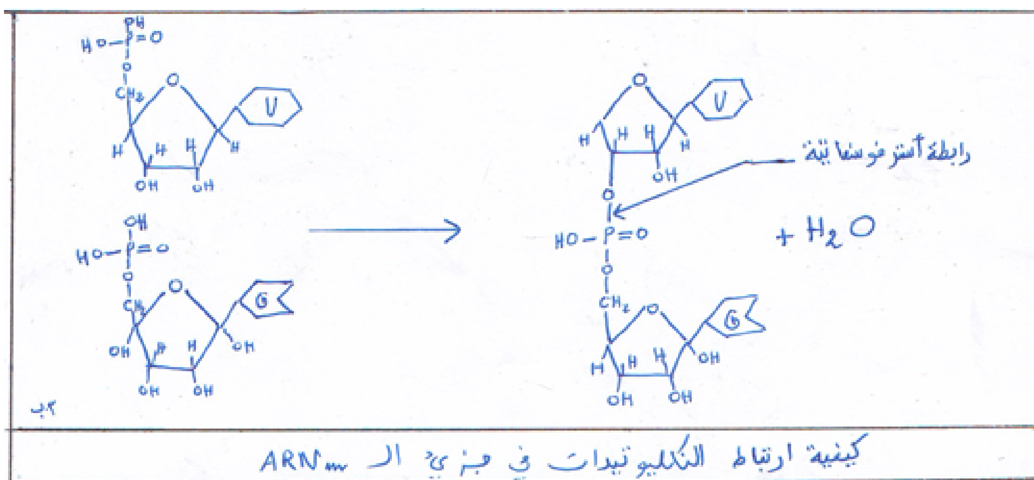
نكليوتيدة اليوراسيل

- **بنية جزيء الـ ARNm:** سلسلة واحدة من متعدد النكليوتيد الريبي (نكليوتيد يدخل في بنائه سكر الريبوز).



رسم مبسط لرباعي النكليوتيد (بنية الـ ARNm)

- **كيفية ارتباط النيوكليوتيدات لتشكيل جزيء الـ ARNm:** يرتبط المجموع الفوسفوري للنيوكليوتيدة (الكربون ٥) مع الريبوز لنيوكليوتيدة أخرى في ذرة الكربون رقم 3 برابطة **أستر فوسفاتية** محررا في كل مرة جزيئة ماء.



كيفية ارتباط النكليوتيدات في جزيئ الـ ARNm

*** تقنية التصوير الاشعاعي**

- **مبدأ التقنية:** تصوير الإشعاعات الصادرة من النظائر المشعة (مثل C^{14} و N^{16}) التي تدخل في تركيب العينة المدروسة.

- **استعمالها:** تتبع مصير العنصر الموسوم بنظير مشع: مساره، الجزيئات التي يدخل في تركيبها أو التحولات التي تطرأ عليه.

النشاط 03: استنساخ (نسخ) المعلومة الوراثية

- **مقارنة بين جزيئتي الـ ADN والـ ARN**

	ADN	ARN
عدد السلاسل	سلسلتين من متعدد النكليوتيدات	سلسلة واحدة من متعدد النكليوتيدات.
نوع سكر الريبوز	ريبوز منقوص الأكسجين (ديزوكسي ريبوز) $C_5H_{10}O_4$	ريبوز كامل ذرات الأكسجين $C_5H_{10}O_5$
القاعدة الآزوتية المميزة	التايمين T	اليوراسيل U
التواجد	النواة	يتركب في النواة ويتواجد في الهيولى

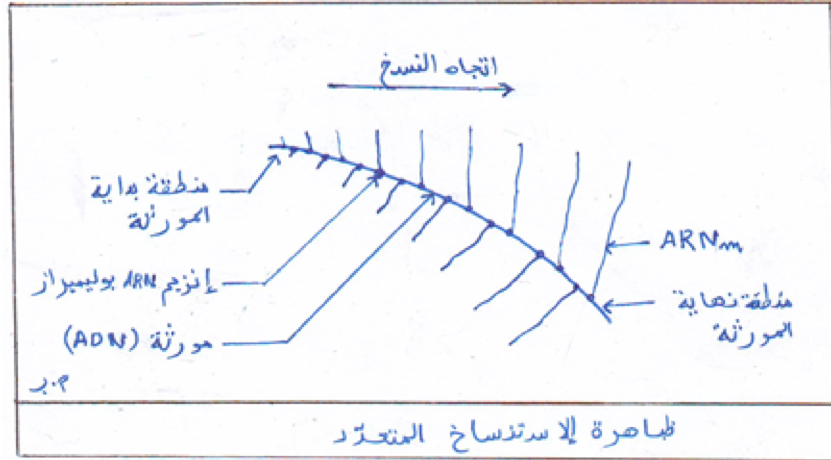
- **الهدف من عملية الاستنساخ:** تركيب نسخة طبق الأصل عن المعلومة الوراثية تتمثل في جزيئة ARNm.

- الإنزيم المسؤول عن عملية الاستنساخ: **الـ ARN بوليميراز.**

- **ظاهرة الاستنساخ المتعدد:** هي ارتباط عدة جزيئات من الانزيم ARN بوليميراز لاستنساخ مورثة واحدة وتركيب عدد كبير من نفس جزيئة الـ ARNm.

- **تعليل حدوث الاستنساخ المتعدد:** يظهر خيط سميك يتمثل في جزيء الـ ADN، تمتد منه خيوط رفيعة عديدة متزايدة الطول تمثل خيوط الـ ARNm المتشكلة (على شكل ريشة).

- **تحديد اتجاه النسخ عند حدوث الاستنساخ المتعدد:** يكون في اتجاه تزايد طول خيوط الـ ARNm.



- **العناصر اللازمة لحدوث عملية النسخ ثلاثة (٠٣) وهي:** المورثة (ADN)، الانزيم ARN بوليميراز، أربع أنواع من النكليوتيدات الحرة، بالإضافة للطاقة (لازمة لنشاط الانزيمات).

- **وصف مراحل عملية الاستنساخ (شرح العملية في نص علمي):** تتم عملية النسخ في ثلاث مراحل وهي:

- **الانطلاق:** يرتبط الإنزيم ARN بوليميراز بمنطقة البداية للمورثة، يكْسِر الروابط الهيدروجينية ويفتح السلسلتين، ثم يبدأ بقراءة تتابع النيكليوتيدات على السلسلة المستنسخة (السلسلة الناسخة، المعبرة) ويربط النيوكليوتيدات الموافقة لها في سلسلة جديدة (ARNm).

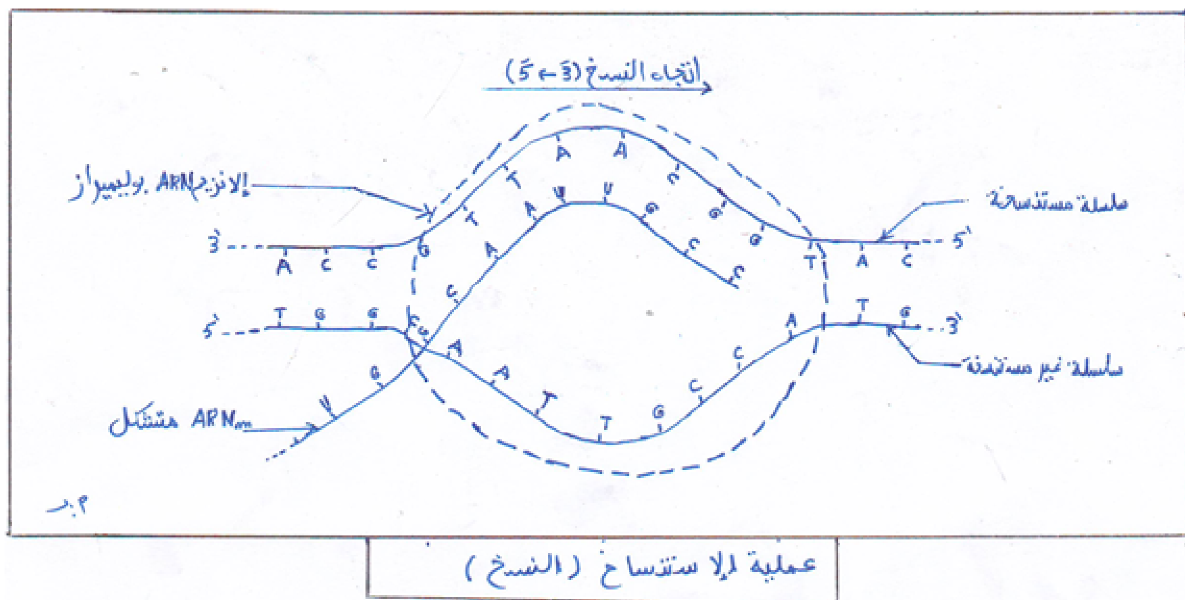
- **الاستطالة:** ينتقل الإنزيم ARN بوليميراز على طول المورثة لقراءة تتابع النكليوتيدات على السلسلة المستنسخة ويربط النيكليوتيدات الحرة الموافقة لها فيستطيل جزيء الـ ARNm المتشكل.

النهاية: يصل الإنزيم إلى نهاية المورثة، تتوقف استطالة الـ ARNm الذي ينفصل عن الـ ADN، ينفصل الإنزيم وتلتحم سلسلتي الـ ADN من جديد.

- **ملاحظة:** تخضع عملية النسخ **للتكامل بين القواعد الآزوتية** بين السلسلة المستنسخة وسلسلة الـ ARNm المتشكل.

- **العلاقة بين الـ ADN والـ ARNm: تتكامل** القواعد الآزوتية لجزيء الـ ARNm مع قواعد السلسلة المستنسخة، **وتتماثل** مع قواعد السلسلة غير المستنسخة ما عدا استبدال التايمين T باليوراسيل U.

- **تعريف عملية النسخ (الاستنساخ):** ظاهرة حيوية، تحدث في النواة، يتم فيها تركيب جزيئة الـ ARNm انطلاقا من إحدى سلسلتي الـ ADN (السلسلة المستنسخة) بواسطة الانزيم ARN بوليميراز. تخضع العملية لتكامل القواعد الآزوتية بين السلسلة المستنسخة وسلسلة الـ ARNm المتشكلة.



عملية الاستنساخ (النسخ)



النشاط 04: الترجمة

- اللغة النووية واللغة البروتينية

- **اللغة البروتينية:** عدد كلمات اللغة البروتينية 20 كلمة، تتمثل في 20 حمض أميني المشكلة للبروتينات.
- **اللغة النووية:** عدد كلمات اللغة النووية 64 كلمة.
  - عدد أحرف اللغة النووية أربعة (04) وهي: A, G, C, U.
  - تتكون الكلمة النووية من تتابع ثلاثة قواعد آزوتية (تعتبر 03 أحرف).

- جدول الشفرات الوراثية

- **أهميته:** قاموس ترجمة اللغة النووية إلى لغة بروتينية.
- **تعليل الفرق في عدد الكلمات بين اللغتين:** هو
- **معلومات من جدول الضفرات الوراثية: خصائص الشفرة الوراثية**
  - تتكون الشفرة الوراثية من 64 **رامزة.**
  - توجد **رامزات مترادفة**: عدة رامزات تشفر لحمض أميني واحد.
  - الرامزة AUG تشفر للحمض الأميني الميثيونين **(رامزة الانطلاق).**
  - توجد ثلاث رامزات لا تشفر لأي حمض أميني و هي: UAA, UAG, UGA وتمثل **رامزات التوقف.**
- **توضيح الفرق بين العبارات:** المورثة، المعلومة الوراثية، الـ ARNm، الشفرة الوراثية، الرامزة).
  - المورثة والـ ARNm المستنسخ منها يحملان نفس المعلومة الوراثية (تعبر عن نفس البروتين).
  - **المعلومة الوراثية:** مشفرة على شكل تتابع دقيق لعدد محدد من النكليوتيدات (قواعد آزوتية).
  - **الشفرة الوراثية:** هي مجموع الرامزات الموضحة في جدول الشفرات، والمحمولة على الـ ARNm.
  - **الرامزة:** وحدة الشفرة الوراثية، وهي تتابع ثلاث قواعد آزوتية على جزيء الـ ARNm، تشفر لحمض أميني واحد.

- شرح كيف تم فك رموز الشفرة الوراثية: تجربة Nirenberg

- **التجربة:** نستعمل ARNm اصطناعي يتكون من نوع واحد من النكليوتيدات، نضيفه إلى وسط يحتوي على كل العناصر الضرورية لتركيب البروتين ما عدا المعلومات الوراثية (ADN او ARNm).



- **الملاحظة:** يتشكل متعدد ببتيد يتكون من نوع واحد من الأحماض الأمينية.

مثال: إذا استعملنا ARNm مكون من متعدد اليوراسيل U فقط، فإنه ينتج متعدد ببتيد مكون من نوع واحد من الأحماض الأمينية وهو فينيل ألانين.

- **الاستنتاج:** الرامزة UUU تشفر للفينيل ألانين.

وبنفس الطريقة تم فك رموز كل الرامزات الموضحة في جدول الشفرات.

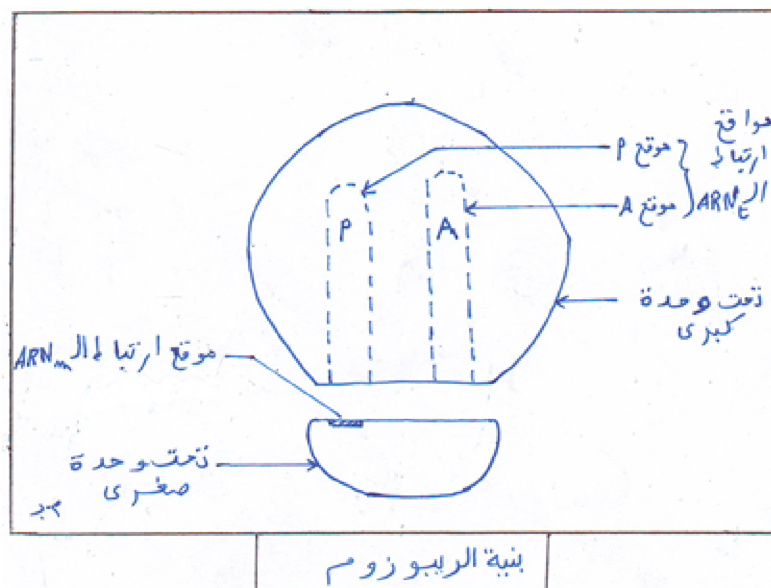
النشاط 05: مراحل الترجمة

- العضية المسؤولة عن تركيب البروتين بشكل مباشر هي: **الريبوزوم.**

- **متعدد الريبوزوم:** هو ارتباط عدد من الريبوزمات بجزيء واحد من ARNm ويركب كل منها سلسلة ببتيدية في آن واحد.

- **دور متعدد الريبوزوم:** إنتاج كمية معتبرة من نفس البروتين في وقت قصير لتلبية حاجة الخلية.

- **وصف بنية الريبوزوم:** عضية تتكون من تحت وحدتين: تحت وحدة صغرى وتحت وحدة كبرى. تحتوي تحت الوحدة الصغرى على موقع تثبيت الـ ARNm، وتحتوي تحت الوحدة الكبرى على موقعين تحفيزيين لارتباط الـ ARNt: الموقع A والموقع P.



بنية الريبوزوم

- أنواع الـ ARN

- الـ ARNm الرسول (messager)

- **بنيته:** سلسلة واحدة من تتابع النكليوتيدات الريبية.

- **طبيعته الكيميائية:** يتكون من أربع أنواع من النكليوتيدات من نوع U, G, C, A، و كل نكليوتيدة تتكون من ثلاث مركبات : سكر ريبوز، حمض الفوسفور و قاعدة آزوتية.

- **دوره:** ينقل المعلومة الوراثية من النواة إلى الهيولى.

- الـ ARNr الريبوزومي

- **طبيعته الكيميائية:** نفس الطبيعة الكيميائية للـ ARNm.

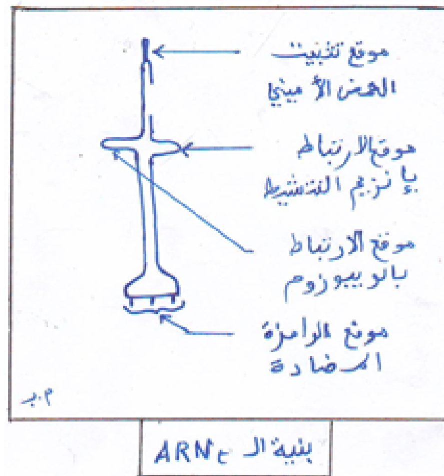
- **الدور:** يدخل الـ ARNr الريبوزومي في تركيب الريبوزوم، العضية المسؤولة عن تركيب البروتين (الترجمة).

- الـ ARNt الناقل (transfer)

- **بنيتـه:** سلسلة واحدة من متعدد النكليوتيد الريبي، تلتف على شكل حرف L مقلوب. يحتوي على موقعين هامين: موقع تثبيت الحمض الأميني، وموقع الرامزة المضادة.

- **طبيعته الكيميائية:** نفس الطبيعة الكيميائية للـ ARNm.

- **دوره:** احتوائه على موقعين يكسبه دورا مزدوجا يتمثل في: 1- تنشيط الأحماض الأمينية، 2- قراءة تتابع القواعد الآزوتية على الـ ARNm بواسطة الرامزة المضادة خلال عملية الترجمة.



ملاحظة: الأحماض النووية الريبية الريبوزومي ARNr والناقل ARNt تنستنسخ من مورثات خاصة وثابتة في الـ ADN بنفس الطريقة التي يستنسخ بها الـ ARNm، إلا أنها لا تترجم إلى بروتين مثل الـ ARNm، بل توجه للقيام بدورها في تركيب البروتين.

- تنشيط الأحماض الأمينية

هي عملية ربط الحمض الأميني بالـ ARNt الخاص به.

- العناصر اللازمة لتنشيط الحمض الأميني: الـ ARNt، انزيم نوعي (أمينو أسيل ARNt سنتتاز)، ATP (جزيئات طاقوية).

- آلية تنشيط الحمض الأميني: يتوضع الحمض الأميني والـ ARNt النوعي الخاص به على موقعين خاصين في إنزيم التنشيط، فيتشكل معقد يقوم بفسفرة الحمض الأميني انطلاقا من الـ ATP الذي يتحلل إلى AMP. يتحرر الـ ARNt مرتبطا به الحامض الأميني المنشط.

توضيح عملية التنشيط بمعادلة:


$$E + AA + ARNt + ATP \rightarrow E\text{-}ARNt\text{-}AA \rightarrow E + AA\text{-}ARNt + AMP$$

E: إنزيم (Enzyme)

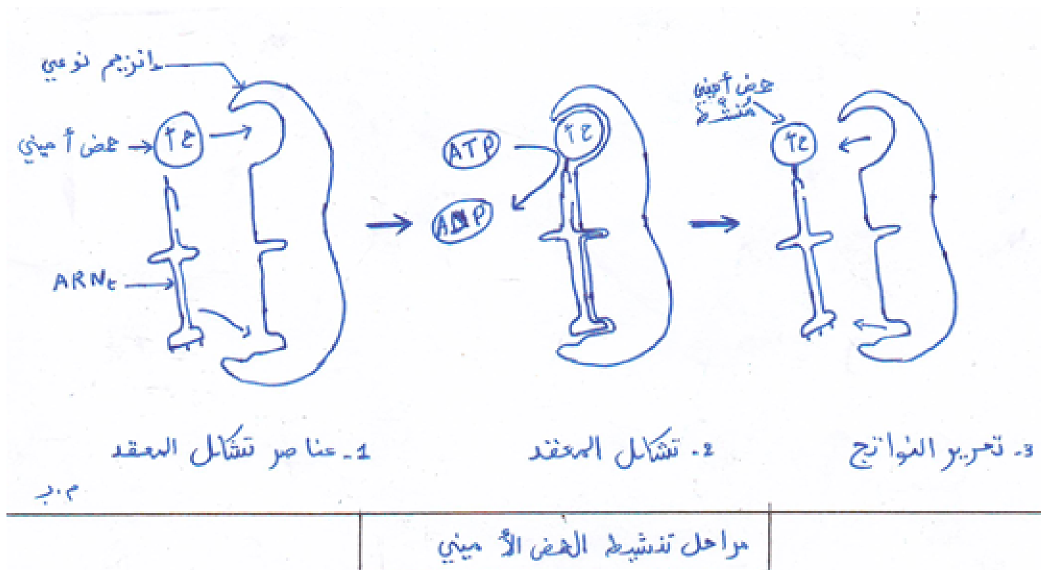
AA: حمض أميني (Acide aminé)

E-ARNt-AA: المعقد انزيم-ARNt-حمض أميني

AA-ARNt: حمض أميني منشط

ATP: أدينوزين ثلاثي الفوسفات، جزيئة عضوية طاقوية (غنية بالطاقة).

AMP: أدينوزين أحادي الفوسفات، تنتج من إماهة الـ ATP، وهي جزيئة عضوية طاقوية (فقيرة من الطاقة).



مراحل تنشيط الحمض الأميني



*** تقنية الطرد المركزي**

- **مبدأ التقنية:** تخريب الخلايا وترسيب مكوناتها (عضيات وجزيئات) حسب وزنها الجزيئي.

- **الاستعمال:** فصل المكونات الخلوية حسب وزنها الجزيئي.

- **ملاحظة:** المكونات الخلوية ذات أوزان جزيئية متناهية الصغر، لذا نستعمل **الكثافة**، أو **معامل الترسيب S** للتعبير عن أوزانها.

1- العناصر الضرورية لعملية الترجمة: ثلاثة (03) وهي الـ ARNm، الريبوزوم، أحماض أمينية منشطة. بالإضافة للإنزيمات النوعية والطاقة.

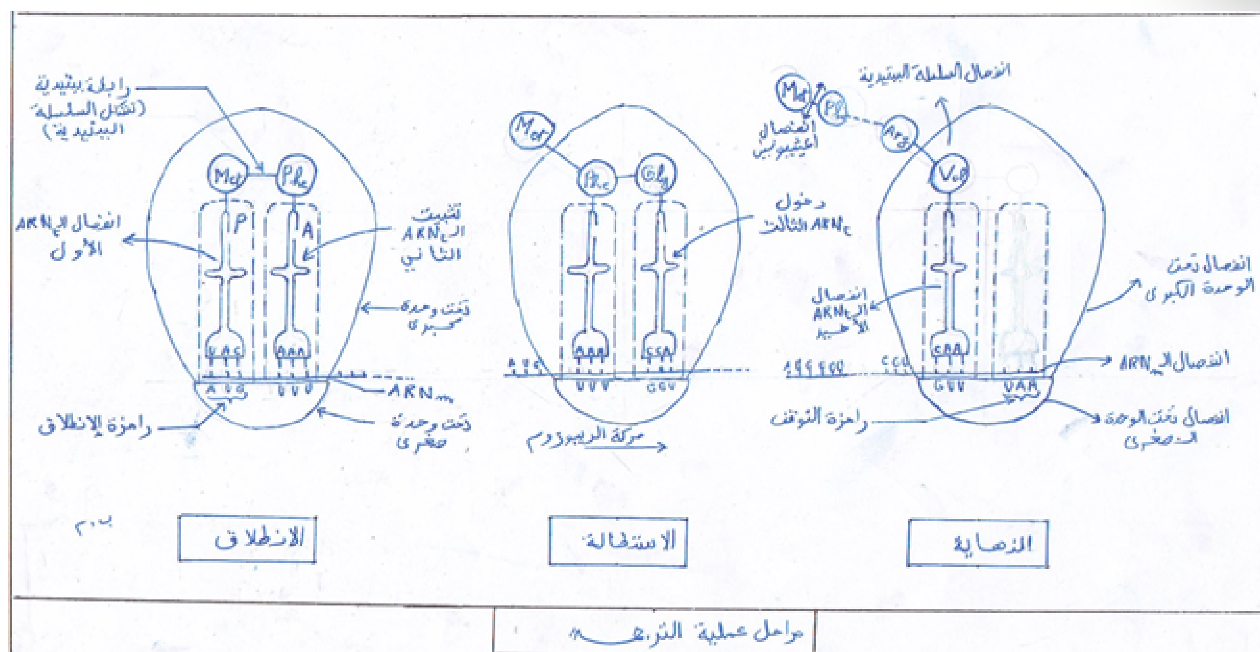
- **مراحل الترجمة:** تتم عملية الترجمة في ثلاث (03) مراحل:

- **الانطلاق:** تتوضع تحت وحدة صغرى على خيط الـ mNRA، ثم يرتبط الـ tNRA الأول الحامل للحمض الأميني الأول (الميثيونين) على رامزة الإنطلاق GUA حيث يعرفه بالرامزة المضادة. ثم ترتبط تحت الوحدة الكبرى بتحت الوحدة الصغرى حيث يكون الـ tNRA الأول في الموقع P والـ tNRA الثاني في الموقع A. ثم تتشكل رابطة ببتيدية بين الحمضين الأمينيين.

- **الإستطالة**: ينفصل الـ tNRA الحامل للحمض الأميني teM، وينتقل الريبوزوم رامزة واحدة على الـ mNRA فيصبح الـ tNRA الثاني في الموقع P والموقع A فارغ، فيأتي الـ tNRA الثالث حاملا الحمض الأميني الثالث الموافق للرامزة الثالثة، وبنفس الطريقة تستطيل السلسلة البيبتيدية.

- **النهاية:** يصل الريبوزوم إلى إحدى رامزات التوقف (AAU ,GAU ,AGU) فتنفصل السلسلة الببتيدية و ينفصل عنها حمض الميثيونين، ينفصل الـ mNRA ويتفكك و تعود مكوناته إلى النواة و ينفصل الـ tNRA الأخير و تنفصل تحت الوحدتين عن بعضهما.

- **تعريف عملية الترجمة:** آلية حيوية تحدث في الهيولى بواسطة الريبوزومات، يتم فيها ترجمة المعلومة الوراثية المشفرة في جزيء الـ ARNm إلى بروتين.



الطاقة (الـ ATP) ضرورية في عملية التعبير المورثي

الطاقة ضرورية لنشاط الانزيمات، ففي عملية الاستنساخ نشاط الانزيم ARN بوليميراز المسؤول عن النسخ يتطلب الطاقة، وفي عملية الترجمة الطاقة لازمة لتنشيط الحمض الأميني، ولحركة الريبوزوم، وكذلك لتشكيل الرابطة الببتيدية وربط الأحماض الأمينية.

- مصير البروتين بعد تركيبه

يتركب البروتين في **الشبكة الهيولية الداخلية المحببة** والتي ترتبط بها عضيات الريبوزومات المسؤولة عن تركيب البروتين، ثم ينقل في حويصلات انتقالية إلى **جهاز كولجي ليكمل نضجه** (يكتسب بنيته الوظيفية) كأن ترتبط به أجزاء غير بروتينية (سكريات، دسم، معادن ...)، أو تحذف منه بعض القطع الببتيدية، أو ترتبط عدة قطع ببتيدية... بعد ذلك يغلف البروتين في **حويصلات إفرازية** تنقله خارج الخلية بظاهرة **الإطراح الخلوي**.

خلاصة شاملة للوحدة

التعبير المورثي (تركيب البروتين): الشرح، التلخيص في نص علمي، الآلية

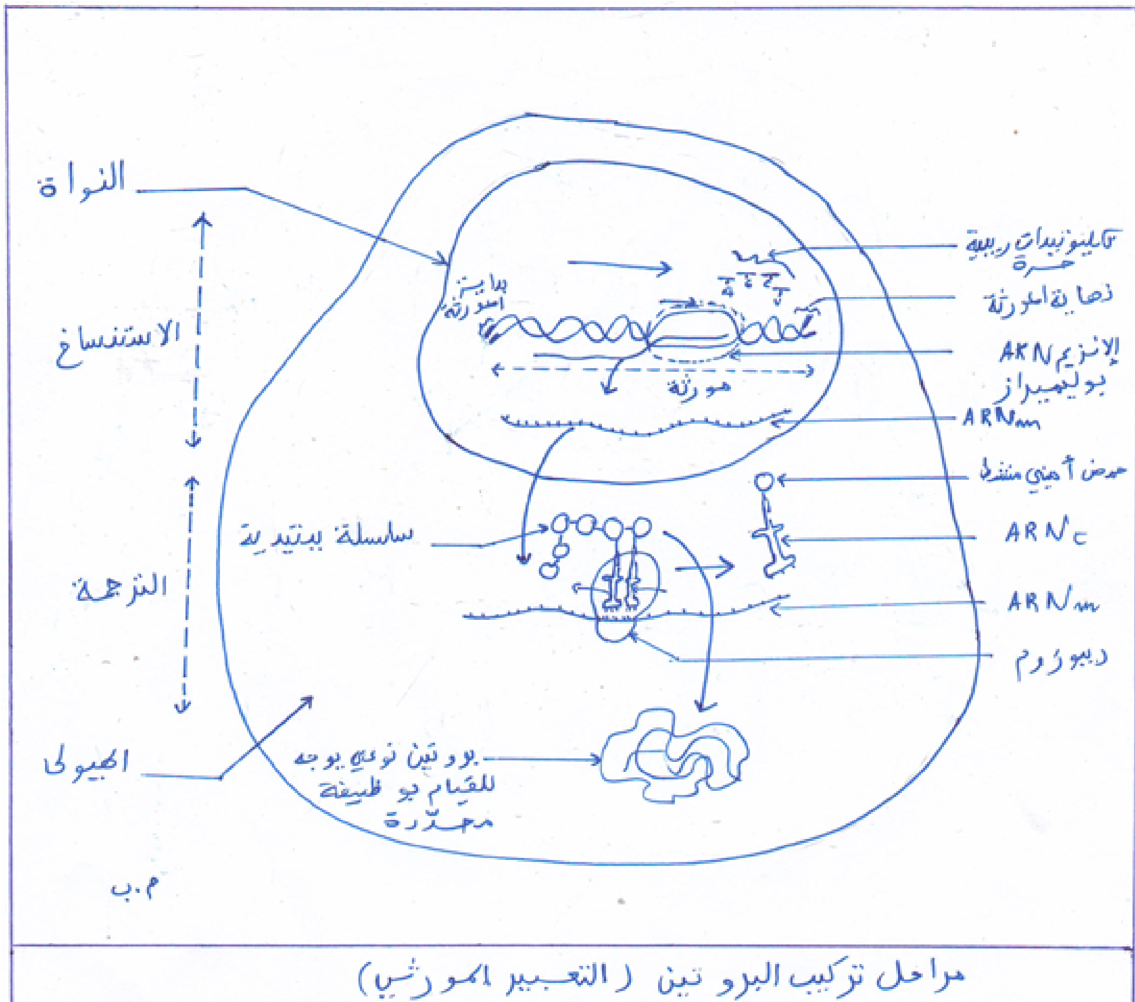
تتواجد المعلومات الوراثية في النواة محمولة على الـ ADN (المورثات).

انطلاقا من إحدى سلسلتي الـ ADN **(السلسلة المستنسخة)**، يقوم الإنزيم **ARN بوليميراز** بتركيب نسخة عن المعلومة الوراثية تتمثل في جزيئ الـ ARNm، تسمى العملية **بالاستنساخ**، ميزتها الأساسية أنها تخضع **للتكامل بين القواعد الآزوتية**.

الـ ARNm الناتج يحمل المعلومة الوراثية **مشفرة** على شكل **تتابع عدد محدد** بدقة من القواعد الآزوتية.

ينتقل الـ ARNm عبر الثقب النووي إلى الهيولى حيث ترتبط به عضية تسمى الريبوزوم وتترجمه إلى بروتين نوعي: يقرأ الريبوزوم **رامزات الشفرة الوراثية** ويربط **الأحماض الأمينية** الموافقة لها لتركيب البروتين.

ينضج البروتين الناتج (يكتسب بنية فراغية) ويوجه للقيام بوظيفته داخل الخلية أو خارجها. قد يكون البروتين بنائيا يدخل في بناء مختلف أجزاء الخلية، أو وظيفيا كالإنزيمات والهرمونات.



مراحل تركيب البروتين (التعبير المورثي)

الحمد لله رب العالمين وصلّى الله وسلم وبارك على سيدنا محمد وعلى آله وصحبه إلى يوم الدين

من نفس السلسلة



















الأستاذ : بن خريف مصطفى
mustapha.benkherif@gmail.com

2017/2016



تصميم شبكة الدكتور لعباشي لمين
www.labachi.com